COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1889,

PRÉSIDENCE DE M. DES CLOIZEAUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Boussinesq** offre à l'Académie, en son nom et de la part des éditeurs MM. Gauthier-Villars et Fils, un exemplaire de ses *Leçons synthétiques de Mécanique générale, servant d'introduction au Cours de Mécanique physique de la Faculté des Sciences de Paris* (publiées par les soins de MM. *Legay* et *Vigneron*, élèves de la Faculté). Et il ajoute :

« Mon but, dans ces premières Leçons de mon Cours de la Sorbonne, a été de réduire à leur expression la plus simple, en les groupant suivant l'ordre de leur enchaînement naturel, l'ensemble des notions mécaniques générales qu'ont à mettre en œuvre les géomètres dans l'étude des questions, soit de Mécanique réelle, soit de Physique. Un certain nombre de ces notions, d'une importance capitale, que j'ai tâché d'y élucider, étaient restées jusqu'à ce jour étrangères, ou peu s'en faut, à l'enseignement usuel

de la Mécanique. Je me contenterai ici de citer celles *d'énergie potentielle interne, de frottement intérieur, de flux de chaleur* (entendu dans son sens dynamique), *d'énergie élastique ou de ressort.*

» Je m'y suis proposé surtout de dégager l'élément géométrique des phénomènes, le seul qu'atteignent nos calculs, des restes d'idées métaphysiques ou du moins psychologiques qui, sous les noms de *causes* du mouvement ou de *forces*, en ont, dans les Cours de Mécanique rationnelle, compliqué jusqu'à présent l'exposition. Comme les équations de la Dynamique ne contiennent pas d'autres variables que des longueurs et des temps, il était naturel de chercher, pour les poser, des règles n'employant que ces variables seules. C'est ce que j'espère avoir fait; et j'ai réduit ainsi, au point de vue scientifique, les mots *force, action, résistance*, etc., de même qu'on y a, depuis plus ou moins longtemps, réduit les mots *quantité de mouvement, force vive, énergie*, à de simples abréviations de langage, employées pour désigner certains produits algébriques ou géométriques. Il était cependant nécessaire de justifier ces dénominations, en montrant comment s'était fait le passage de leur sens vulgaire de *cause*, relativement obscur, à leur sens scientifique précis; et c'est à quoi j'ai consacré une Leçon spéciale, où j'essaye d'analyser les rapports de nos *efforts musculaires* intérieurement perçus, seul type de force que nous connaissions, aux effets mécaniques extérieurs qui leur correspondent et auxquels ils servent spontanément comme de mesure. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie que la cérémonie d'inauguration des nouveaux bâtiments de la Sorbonne aura lieu le lundi 5 août, à trois heures, sous la présidence de M. le Président de la République.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, le volume de la « Connaissance des Temps pour 1891 », s'exprime comme il suit :

« J'ai été chargé par le Bureau des Longitudes de présenter à l'Académie le volume de la « Connaissance des Temps pour 1891 ». C'est le 212e vo-

lume d'une éphéméride dont le premier a été publié, il y a 210 ans, par l'académicien Picard.

» Les nombreuses améliorations qui ont été successivement apportées à cette publication ont eu pour but de la maintenir constamment au niveau des exigences croissantes de la Science et de la Navigation.

» Ainsi, à ne compter que du Volume actuel, le Bureau publie, outre les éclipses des satellites de Jupiter, leurs occultations par la planète, ainsi que les passages de ces satellites et ceux de leurs ombres sur le disque de Jupiter.

» Depuis le Volume de 1890, la « Connaissance des Temps » donne les positions apparentes d'une nouvelle étoile circompolaire boréale pour combler la lacune qui existait entre 8^h et 12^h. On continue à publier un Tableau relatif à la position apparente de l'anneau de Saturne, et l'on a substitué aux anciennes évaluations, un peu arbitraires, de la grandeur des étoiles les résultats des mesures photométriques les plus récentes.

» Enfin on publie, pour toute la durée des éclipses, de dix en dix minutes, les valeurs numériques de certains éléments qui ne dépendent que des coordonnées des deux astres, et dont la connaissance facilitera singulièrement le calcul des diverses phases de ces phénomènes.

» Je ne puis négliger, en présentant ce Volume, de rendre hommage au zèle et au talent que notre Confrère M. Lœwy met depuis tant d'années à seconder le Bureau des Longitudes, dans la direction des calculs et de leur publication. »

M. J. Bertrand informe l'Académie de la perte que vient de faire la Science par la mort de M. *Gilberto Govi*, décédé subitement à Rome. Il rappelle les remarquables travaux de l'éminent physicien et les Communications si intéressantes faites par lui à l'Académie sur l'Histoire de la Science. M. Govi comptait parmi nous de nombreux amis. Sa perte sera vivement regrettée en France.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires, faites à l'observatoire du Collège romain, pendant le deuxième trimestre de* 1889; par M. P. Tacchini.

« Le nombre de jours d'observations a été de 70, à peu près comme dans le trimestre précédent, savoir : 20 en avril, 23 en mai et 27 en juin.

» Voici les résultats :

1889.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative de jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes des taches par jour.
Avril...........	0,65	0,60	4,35	7,25	0,40
Mai.............	0,04	0,96	0,65	5,30	0,04
Juin............	1,97	0,56	25,22	9,63	0,45

» Ces observations montrent que le phénomène des taches solaires a continué à diminuer, en sorte qu'on est sans doute actuellement dans la véritable période du nouveau minimum.

» Pour les protubérances hydrogéniques, nous avons obtenu les résultats suivants :

1889.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Avril...............	12	4,08	38",0	1°,3
Mai.................	16	1,19	26,5	0,8
Juin................	23	0,87	30,8	0,8

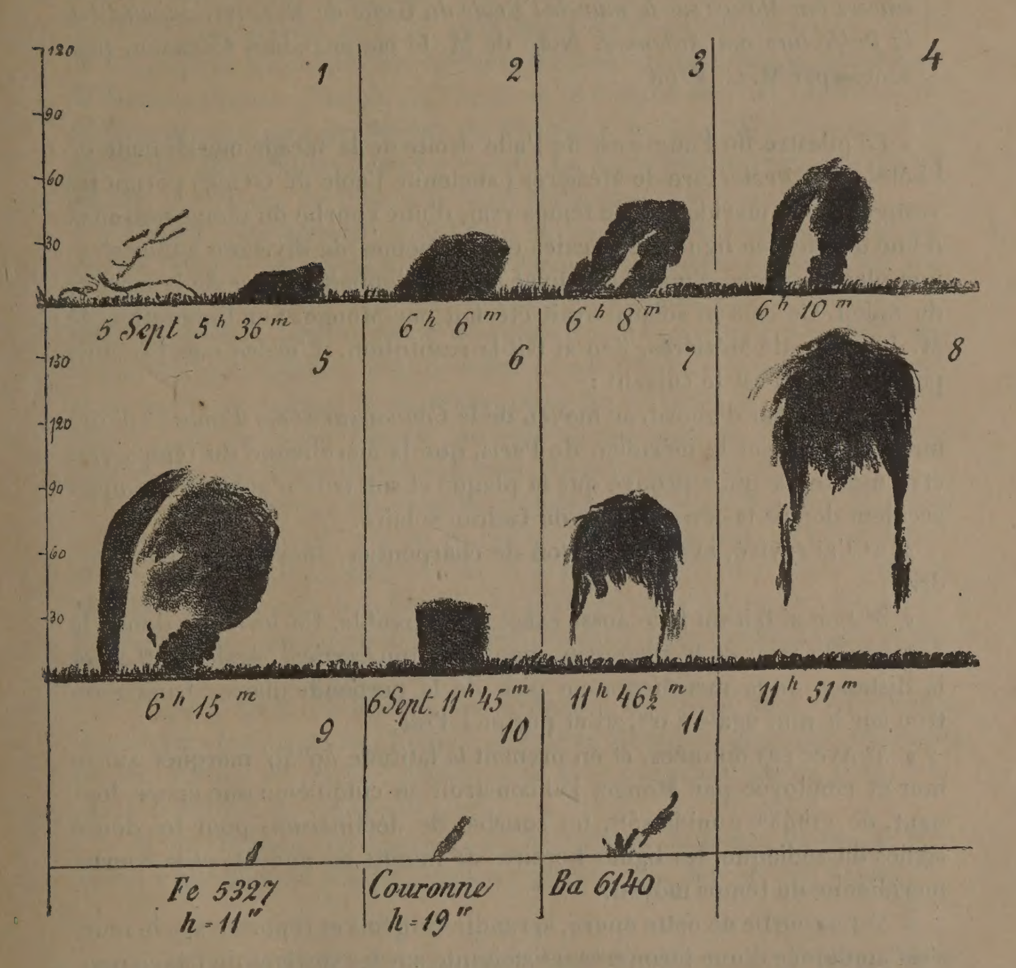
» Les protubérances, comme les taches solaires, présentent une diminution assez sensible; la hauteur et l'extension se montrent même inférieures à celles du trimestre précédent, ce qui caractérise bien un état actuel de calme à la surface solaire. »

ASTRONOMIE. — *Deux éruptions sur le Soleil.* Note de M. **Jules Fenyi.**

« Les figures ci-jointes représentent les formes que prirent les deux protubérances éruptives du 5 et du 6 septembre 1888, décrites dans les *Comptes rendus*, t. CVIII, n° 17. C'est l'évolution de ces protubérances, depuis leur première apparition; toutes les figures sont prises en face du spectroscope.

Figures.	Hauteur.	Ascension en kilomètres par seconde.	Figures.	Hauteur.	Ascension en kilomètres par seconde.
1...........	20,8	2,0 km	6.........	37"	296,8 km
2...........	25,0	119,6	7.........	74	204,8
3...........	45,0	54,0	8.........	158	
4...........	58,5	105,0			
5...........	94,0	171,0			
A $6^h 19^m$.....	151,4				

» L'éruption extraordinaire des vapeurs métalliques s'est produite dans la partie qui se trouve à droite dans les *fig.* 1-5, et qui, dans le Soleil, était du côté sud.



» La latitude héliographique exacte de la limite méridionale de ce point a été mesurée dans la ligne rouge 6677 Ba après Thalén, entre B et C : — 19°9′. L'autre partie ne présentait point de lignes métalliques. »

GNOMONIQUE. — *Restitution de la méridienne et de la courbe du temps moyen tracées par Monge sur le mur de l'École du Génie de Mézières, aujourd'hui la Préfecture des Ardennes.* Note de M. le commandant **Cochard**, présentée par M. C. Wolf.

« Le pilastre de l'angle est de l'aile droite de la façade méridionale de l'hôtel de la Préfecture de Mézières (ancienne École du Génie) portait les vestiges d'une méridienne du temps vrai, d'une courbe du temps moyen et d'une division en lignes zodiacales et trentièmes de divisions zodiacales; une plaque percée d'un trou et fixée au mur donnait la trace de la marche du Soleil. Ce cadran solaire avait été fait par Monge. Sur l'invitation de M. le maire de Mézières, j'en ai fait la restitution. L'ordre que j'ai suivi pour ce travail est le suivant :

» 1° Je vérifiai d'abord, au moyen de la *Connaissance des Temps* et d'une montre réglée sur le méridien de Paris, que la méridienne du temps vrai était exacte, ce qui a prouvé que la plaque et son trou n'avaient eu aucun accident depuis la construction du cadran solaire.

» 2° J'ai ravivé, avec un crayon de charpentier, tous les restes du cadran.

» 3° J'en ai fait un levé aussi exact que possible. Ce levé m'a donné la distance du trou de la plaque au mur, reconnu vertical, égale à $3^m,12$ et la distance de la méridienne au pied de la perpendiculaire abaissée du trou sur le mur égale à $0^m,26$ et portée à l'est.

» 4° Avec ces données, et en prenant la latitude 49°49′ marquée sur le mur et employée par Monge, j'ai construit au cinquième une épure donnant, de $11^h 45^m$ à midi 15^m, les courbes de déclinaisons pour les douze signes du zodiaque, les lignes horaires de minute en minute, et la courbe méridienne du temps moyen.

» 5° La courbe de cette épure, agrandie cinq fois et reportée sur le mur, s'est appliquée d'une façon très satisfaisante sur les vestiges de l'ancienne.

» Le cadran de Monge a $5^m,20$ de hauteur, distance prise sur la méridienne entre les deux solstices.

» Le cadran ne portant pas de date, j'ai été amené à chercher des renseignements à ce sujet dans la vie de Monge et dans l'histoire de l'École du Génie de Mézières.

» Monge, en sortant du collège des Oratoriens de Beaune, avait professé la Physique à Lyon : l'abbé Nollet, qui professait ce cours à l'École du Génie de Mézières, le fit venir et il débuta comme dessinateur dans la classe de coupe de pierre et de charpente, que le chevalier de Chastillon, fondateur de l'École de Mézières en 1748, avait organisée dans les ateliers de l'École du Génie pour les enfants des ouvriers du pays : l'abbé Bossut, professeur de Mathématiques à l'École du Génie, le fit bientôt nommer répétiteur de Mathématiques, puis professeur de Physique, le 25 juin 1770, quand la chaire de l'abbé Nollet devint vacante. Le 31 décembre 1776, Monge fut nommé professeur de Physique et de Mathématiques pratiques.

» C'est à cette époque que l'École du Génie de Mézières a atteint son apogée. Malgré les oppositions que Monge rencontrait, il avait fini par faire passer dans l'enseignement de l'École les méthodes si heureuses et si fécondes de la Géométrie descriptive dont il était l'inventeur. Ces méthodes si simples, si uniformes, se trouvèrent en conflit avec les pratiques consacrées par l'usage et par la tradition; ce ne fut qu'après de longs débats et avec l'appui de l'abbé Bossut, qui avait su apprécier la valeur du jeune professeur, que Monge sortit victorieux de cette longue lutte.

» En 1780, Monge fut nommé membre de l'Académie des Sciences (classe de Géométrie); à la fin de 1783, il fut désigné pour la place d'examinateur des gardes-pavillons de la Marine. Le 24 décembre 1784, le Ministre de la Guerre le releva de ses fonctions de professeur à l'École de Mézières et, en considération des services qu'il avait rendus à cette école, lui décerna une pension de 1000 livres.

» L'Hôtel de la Préfecture des Ardennes est établi dans l'aile droite des anciens bâtiments de l'École du Génie de Mézières, supprimée et transportée à Metz en 1794. Cette dernière avait été construite en 1780, à la place de l'Hôtel du Gouvernement.

» Monge fit donc son épure de la méridienne du temps moyen de Mézières à une époque comprise entre 1780 et 1784, date de son départ. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les variations dans l'intensité du courant pendant l'électrolyse.* Note de M. N. Piltschikoff, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai présenté à l'Académie les résultats de mes recherches sur la phase initiale de l'électrolyse. Dans le cours de

([1]) *Comptes rendus,* 25 mars 1889.

ce travail, j'ai rencontré un intéressant phénomène de transformation de l'énergie moléculaire en énergie électrique. Je n'ai pas publié alors mes expériences, dans l'espoir de les multiplier et de les améliorer, mais les circonstances m'obligent à les faire connaître en substance aujourd'hui. J'exposerai d'abord la méthode que j'avais employée.

» Je place la cathode, en or ou en platine, d'un système électrolytique *à l'énergie chimique compensée* dans le champ d'un microscope. L'immersion est faite par l'électrolyte baignant la cathode, à laquelle je donne les dimensions convenables pour qu'on puisse l'observer tout entière dans le microscope sans changer l'accommodation. Dans le circuit qui réunit les deux électrodes, on intercale : 1° la force électromotrice E variable à volonté; 2° un galvanomètre Thomson, et 3° un interrupteur et un commutateur inverseur ([1]).

» Quand les systèmes à étudier sont inaltérables par la lumière, je constate le commencement de l'électrolyse par la méthode optique, en observant l'apparition, sur la cathode, des premières parcelles de cathion. Si l'électrolyte est décomposable par la lumière, je le garde dans une obscurité parfaite et je me borne à la méthode galvanométrique, en observant l'augmentation de la déviation initiale.

» Je passe au phénomène.

» Donnons à la force électromotrice E une grandeur suffisante pour que le dépôt commence à se former plus ou moins vite. La déviation galvanométrique augmente, en général, d'une manière continue. Renversons ensuite, au moyen du commutateur inverseur, le sens du courant, le dépôt se dissout et l'on observe une diminution continue de la déviation galvanométrique. Mais, si l'on donne à E une valeur assez petite pour que le dépôt se forme très lentement, on voit l'électrolyse s'effectuer autrement. Au lieu d'une augmentation continue de la déviation galvanométrique, on trouve que *l'intensité du courant s'accroît d'une manière discontinue* : l'aimant du galvanomètre paraît éprouver une série de chocs, dont le plus grand nombre est dirigé dans le sens de l'augmentation du courant et quelques-uns seulement en sens contraire. *En renversant le courant, on observe une diminution du courant discontinue;* mais, cette fois, le plus grand nombre des chocs se produit dans le sens de la diminution du courant.

([1]) Ce dispositif, que j'ai installé depuis le 22 novembre 1888 au laboratoire de Recherches physiques à la Sorbonne, est au fond identique à celui que M. Pellat a publié récemment (*Comptes rendus,* 17 juin 1889).

» Dans ce genre d'observations, les oscillations de l'aimant du galvanomètre Thomson, dues à la force d'inertie, sont très gênantes. Grâce à l'emploi d'un excellent galvanomètre apériodique de Wiedemann-d'Arsonval, j'ai pu constater le phénomène en question dans plusieurs systèmes électrolytiques (Au, Zn, $ZnSO^4$; Pt, Ag, $AgNO^3$; Pt, Au, $AuCl^4$).

» Où faut-il chercher la cause des oscillations de l'intensité du courant?

» Le dépôt métallique sur la surface de la cathode ne se forme pas toujours dans un état physique bien stable ou pour ainsi dire définitif. Souvent, comme on le sait, le dépôt peut subir, avec le temps, une transformation moléculaire. Si le changement de la structure du dépôt est lent, le terme qu'il donne dans l'intensité du courant étant une fonction continue du temps ne peut produire dans la courbe de l'intensité aucune irrégularité appréciable. Si, au contraire, le dépôt se forme dans un état tel que sa transformation moléculaire se produise brusquement, le terme dû à cette cause dans l'intensité du courant est brusquement variable : on observe donc les variations du courant correspondant.

» Il est bien difficile de découvrir, pendant la formation du dépôt, quelques changements visibles dans son aspect, aux moments d'impulsions du courant; mais, en changeant le sens du courant, on observe quelquefois les explosions des petits cristaux (du zinc sur la surface de l'or). Ces explosions produisent toujours des oscillations du courant, relativement très grandes. Plus souvent, on voit quelques cristaux brillants se ternir ou plus exactement devenir mats. »

OPTIQUE. — *Sur les franges d'interférence produites par des sources lumineuses étendues*. Note de M. J. Macé de Lépinay.

« Ces franges [lames minces isotropes, lames mixtes de Young, etc. (1)] se distinguent de celles qui nécessitent l'emploi de sources très petites ou linéaires (miroirs de Fresnel), non seulement par les circonstances de leur production, mais aussi par le fait de paraître localisées dans l'espace.

» Feunner, puis Sohncke et Wangerin se sont proposé de chercher, dans le cas particulier des anneaux de Newton, la surface sur laquelle semblent se dessiner les franges. Abordant le problème général, je me propose de démontrer que, en général, une pareille surface n'existe pas, et d'étu-

(1) Mascart, *Traité d'Optique*, Chap. VI.

dier les conditions dans lesquelles on doit se placer pour obtenir des franges parfaitement nettes.

» I. Il est nécessaire, à cet effet, d'établir d'abord la condition à laquelle doit satisfaire un phénomène d'interférence, pour pouvoir prendre naissance avec des sources étendues. Je m'appuierai sur ce que : 1° les seuls mouvements vibratoires susceptibles d'interférer sont ceux qui proviennent d'un même point de la source; 2° on peut substituer, à la source réelle, une source idéale de forme et de position quelconques ([1]).

» Soit P un point quelconque de l'espace. Une onde issue d'un point S de la source se dédoublera en rencontrant l'appareil d'interférences, quel qu'il soit d'ailleurs, et les deux ondes parviendront au bout de temps inégaux au point P. Elles présenteront en ce point une différence de marche δ, fonction, en apparence du moins, de six variables indépendantes, à savoir les coordonnées de S et celles de P.

» En réalité, le nombre des variables indépendantes est moindre. Considérons, en effet, les trajectoires orthogonales à ces deux ondes PAS, PBS, le premier de ces symboles correspondant, par exemple, au chemin le plus court. La différence de marche, étant indépendante de la forme et de la position de la source, est indépendante des positions, sur la trajectoire PAS, des points S et P. Elle se trouve donc entièrement déterminée, si l'on se donne la dernière portion rectiligne PA de cette trajectoire : elle *est fonction de cinq variables indépendantes seulement*.

» Ce fait peut être considéré comme caractéristique des appareils susceptibles de fournir des franges avec des sources étendues.

» II. Supposons, pour fixer les idées, que l'on observe les franges au moyen d'un microscope qui puisse se déplacer parallèlement à lui-même, de quantités connues, l'axe optique restant fixe dans l'espace. Soit P le point de cet axe dont l'image à travers l'objectif coïncide avec la croisée des fils du réticule. Comme il est assujetti à se trouver sur une droite donnée, il sera complètement déterminé par sa distance D à un point fixe arbitraire de cet axe. Pour la même raison, la différence de marche δ, correspondante à une droite quelconque PA passant par ce point, ne sera plus qu'une fonction de trois variables indépendantes, dont l'une est D. Nous représenterons les deux autres par x et y.

» Soient x_0 et y_0 les valeurs de ces dernières qui définissent l'axe optique PA_0; soit δ_0 celle de la différence de marche correspondante. La con-

---

([1]) *Loc. cit.*, p. 154.

dition pour que la frange qui rencontre la croisée des fils du réticule soit parfaitement nette en ce point sera que, à une droite PA, voisine de PA_0, corresponde une différence de marche $\delta = \delta_0$, c'est-à-dire que l'on ait, en représentant par $x_0 + dx$, $y_0 + dy$ les valeurs de x et y qui définissent PA :

$$\left(\frac{\partial\delta}{\partial x}\right)_0 dx + \left(\frac{\partial\delta}{\partial y}\right)_0 dy = 0,$$

ce qui exige que l'on ait simultanément

$$\left(\frac{\partial\delta}{\partial x}\right)_0 = 0 \quad \text{et} \quad \left(\frac{\partial\delta}{\partial y}\right)_0 = 0.$$

On se trouve donc, pour déterminer D, en présence de deux équations de condition, en général *incompatibles*.

» *Il sera donc impossible*, en général, *d'obtenir des franges parfaitement nettes* (1), à moins que l'on n'établisse une relation entre dx et dy, ce que l'on peut réaliser *en recouvrant l'objectif d'une fente*. Mais, dans ce dernier cas, *à chaque orientation de la fente correspond une position différente du point* P *que l'on doit viser pour obtenir le maximum de netteté*. Ce fait n'a pas été, je crois, signalé jusqu'ici.

» En réalité, par suite du rôle que joue la fente comme écran diffringent, l'orientation la plus favorable de cette dernière est telle que le plan passant par la fente et l'axe optique soit normal aux franges. Toutefois, il est possible, sans les rendre indistinctes, de faire tourner la fente de 30° ou 40° à partir de cette position, dans l'un et l'autre sens, et de soumettre ainsi au contrôle de l'expérience les conséquences de la théorie.

» C'est ce que j'ai fait pour les franges des lames minces isotropes. Je me propose de communiquer prochainement à l'Académie les résultats de ces recherches. La concordance entre l'observation et le calcul a toujours été complète. »

---

(1) A moins que la droite PA_0 ne soit telle que l'une des deux dérivées partielles soit identiquement nulle. C'est ce qui se présente pour les anneaux de Newton : 1° lorsque le plan d'incidence passe par le centre des anneaux (*Hauptgerade* de Sohncke et Wangerin); 2° au voisinage immédiat de la tache noire centrale.

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction elliptique du quartz.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Communication ([1]) que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, j'ai indiqué une nouvelle méthode pour étudier le phénomène de la double réfraction elliptique que présente le quartz suivant une direction oblique à l'axe. Ce sont les premiers résultats de cette étude que j'expose aujourd'hui.

» Les mesures sont relatives à la raie jaune du sodium, dont la longueur d'onde dans l'air, aux conditions normales, a été prise égale à $\lambda_D = 5{,}8900\,10^{-5}$ ([2]). L'épaisseur du cube de quartz a été mesurée au sphéromètre par la méthode de M. Macé de Lépinay ([3]).

» On a déterminé expérimentalement la différence de marche des deux vibrations elliptiques qui se propagent suivant une direction inclinée de l'angle r sur l'axe optique, ainsi que le rapport K des axes de ces ellipses.

» Les résultats obtenus sont comparés, dans le Tableau suivant, avec ceux calculés par les formules que M. Gouy a publiées sur ce sujet ([4]). Si l'on désigne par φ la différence de marche due à la double réfraction, par $\frac{\omega}{\pi}$ la différence de marche produite par le pouvoir rotatoire seul entre les deux rayons rectilignes de Fresnel, ces différences de marche étant rapportées à une épaisseur unité, on a les formules

$$(1) \qquad \delta = \pm\sqrt{\varphi^2 + \left(\frac{\omega}{\pi}\right)^2},$$

qui donne la différence de marche des vibrations elliptiques, et

$$(2) \qquad K = -h + \sqrt{1 + h^2},$$

qui détermine l'ellipticité. On a posé $h = \frac{\pi\varphi}{\omega}$.

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 671; 1889.
([2]) *Journal de Physique*, t. VII; février 1888.
([3]) *Ibid.*, t. VII; 1888.
([4]) *Ibid.*, t. IV, p. 149; 1885.

» L'accord est très satisfaisant pour des incidences modérées. On ne peut dépasser une incidence de 20° environ; car, la biréfringence séparant de plus en plus les rayons, une complication s'introduit provenant de ce que les deux ondes ne se propagent pas dans la même direction.

			K		Diff.	d		Diff.
			observé.	calculé.	obs. — calc.	observé.	calculé.	obs. — cal.
$i = 2°50'$	r ...	1°.50′. 3″,500	0,876	0,891	—0,015	1,212	1,214	—0,002
	r' ...	1.50. 3,465						
$i = 9°17'$	r ...	5.59.46,114	0,344	0,343	+0,001	2,012	1,964	+0,048
	r' ...	5.59.44,743						
$i = 12°50'$	r ...	8.16.10,781	0,180	0,182	—0,002	3,335	3,416	—0,081
	r' ...	8.16. 7,170						
$i = 14°22'$	r ...	9.15. 5,050	0,143	0,147	—0,004	4,125	4,178	—0,053
	r' ...	9.15. 0,000						
$i = 17°42'$	r ...	11.21.16,068	0,092	0,098	—0,006	6,212	6,172	+0,040
	r' ...	11.21. 6,708						
$i = 24°22'45''$	r ...	15.30.11,791	»	»	»	11,276	11,446	—0,170
	r' ...	15.29.47,905						

» Les angles r et r' qui figurent dans le Tableau précédent sont les angles que font les normales aux ondes ordinaires et extraordinaires avec l'axe optique du cristal.

» Pour de plus grandes incidences, il est nécessaire, dès lors, d'opérer avec des lames taillées obliquement à l'axe, et de faire tomber le rayon incident normalement à la lame; j'espère pouvoir communiquer plus tard les résultats obtenus.

» La théorie de Gouy a été soumise à un certain nombre d'expériences de contrôle, parmi lesquelles je citerai celles de M. Chauvin (1) sur la double réfraction et le pouvoir rotatoire magnétique du spath, et les recherches de M. Wedding (2) sur la coexistence de ces deux effets dans le verre comprimé placé dans un champ magnétique. Il me paraît possible d'étendre cette étude à des liquides convenablement choisis. La térébenthine, en particulier, présentant le pouvoir rotatoire, on peut espérer lui donner une biréfringence suffisante, en utilisant le phénomène de Kerr, et dans le cas où le liquide ne possède pas le pouvoir rotatoire, ce qui est

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1097; 1889.
(2) *Annales de Wiedemann,* Vol. XXXV, p. 25; 1888.

le cas du sulfure de carbone, l'emploi d'un champ magnétique est tout indiqué. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chromite de zinc et le chromite de cadmium.* Note de M. G. **Viard**, présentée par M. Troost.

« Les combinaisons cristallisées du sesquioxyde de chrome avec la magnésie et divers protoxydes, véritables spinelles chromés, ont été obtenues pour la première fois par Ebelmen qui leur donna le nom de *chromites*. Il les préparait par sa méthode classique : dissolution des oxydes dans l'acide borique et évaporation du dissolvant à haute température. Il obtint ainsi les chromites de magnésie, de fer (fer chromé), de manganèse et de zinc. Mais ce procédé n'est évidemment accessible qu'à bien peu de chimistes, puisqu'il faut soumettre le mélange pendant plusieurs jours à la chaleur intense d'un four à porcelaine.

» En 1877, M. Gerber fit connaître un autre mode de production de ces corps consistant à chauffer au rouge dans un creuset un chlorure métallique avec du bichromate de potasse. Il obtint ainsi à l'état cristallin les chromites de calcium, de baryum et de cuivre et à l'état amorphe ceux de magnésium, de zinc et de fer.

» *Chromite de zinc cristallisé.* — J'ai pu, en modifiant ce dernier procédé, obtenir le chromite de zinc cristallisé.

» Il suffit, pour cela, de substituer le chromate neutre de potasse au bichromate et de faire agir sur ce chromate, non plus le chlorure métallique fondu, mais la vapeur de ce chlorure entraînée par un courant lent d'azote ou d'acide carbonique. Chromate et chlorure sont contenus dans deux nacelles placées dans un tube de porcelaine. Dans ces conditions, on peut opérer à une température assez élevée, tandis qu'en employant le chlorure fondu on est limité par sa température de volatilisation.

» Quant à l'emploi du chromate neutre, il s'imposait du moment que la température devait atteindre le rouge blanc; le bichromate fortement chauffé se décomposant en chromate neutre, sesquioxyde de chrome et oxygène, le produit aurait été souillé d'oxyde de chrome dont il eût été impossible de le débarrasser.

» L'opération terminée, on trouve, dans la nacelle qui contenait le chromate, une masse cristalline noire. C'est du chromite de zinc, mélangé d'oxyde de zinc et souvent de chromate non attaqué. On le lave à l'eau,

pour enlever ce dernier, et à l'acide chlorhydrique bouillant, pour enlever l'oxyde de zinc; il reste une masse de petits cristaux noirs, très brillants, qui sont du chromite de zinc.

» Ce chromite se présente au microscope sous forme d'octaèdres réguliers parfois isolés, le plus souvent groupés; leur couleur est noire avec une très légère nuance verdâtre; ils sont assez durs pour rayer le quartz.

» Ces cristaux sont complètement inattaquables par les acides. Je les ai analysés en les attaquant par la potasse et le nitre, dosant le zinc et le chrome à l'état d'oxydes. Les résultats ont été les suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $ZnO\,Cr^2O^3$.
ZnO	34,57	34,71
Cr^2O^3	65,65	65,29

» La densité de ce chromite cristallisé est 5,29 à 13°.

» *Chromite de cadmium cristallisé.* — En opérant de la même façon avec le chlorure de cadmium, on trouve, principalement sur les bords de la nacelle, de petits cristaux noirs très brillants qu'on lave à l'eau et ensuite à l'acide chlorhydrique bouillant.

» Examinés au microscope, ils paraissent principalement formés par des groupements d'octaèdres; les cristaux sont malheureusement trop petits pour qu'il m'ait été possible de faire des mesures.

» Ils rayent très facilement le verre, mais non le quartz; leur poussière est d'un vert grisâtre.

» Ce composé est inattaquable par les acides. Pour l'analyser, je l'ai attaqué par la potasse et le nitre au creuset d'argent : il se forme du chromate de potasse et de l'oxyde de cadmium. Ce dernier recueilli sur un filtre a été transformé en sulfate et pesé sous cet état. Voici les résultats :

	Trouvé.	Calculé pour $CdO\,Cr^2O^3$.
CdO	45,60	45,56
Cr^2O^3	54,58	54,44

» La densité de ce chromite de cadmium est 5,79 à 17°.

» Le chromite de cadmium peut donc être obtenu par le même procédé que celui de zinc; mais le rendement est toujours beaucoup plus faible : lorsque, en opérant sur 3^{gr} ou 4^{gr} de chromate alcalin, on obtient $0^{gr},08$ ou $0^{gr},09$ de chromite de cadmium, on doit s'estimer heureux. J'attribue

cette différence à la production de chromate de cadmium beaucoup plus stable que celui de zinc, ainsi qu'on peut s'en assurer directement par l'expérience suivante : on dépose au fond d'une capsule de porcelaine un peu de chromate de zinc et tout à côté un peu de chromate de cadmium obtenus tous deux par précipitation. En chauffant la capsule au-dessous du rouge naissant, le chromate de zinc devient complètement noir en se transformant en chromite amorphe, tandis que le chromate de cadmium reste inaltéré.

» Ebelmen a observé que les volumes atomiques des divers chromites sont toujours assez voisins les uns des autres : 21,9 pour le magnésium, 22,1 pour le zinc, 23 pour le manganèse.

» Celui du chromite de cadmium $\frac{140,48}{5,79} = 24,2$ est plus fort ; mais l'écart est du même ordre de grandeur que ceux qu'on observe entre les volumes atomiques des autres chromites cristallisés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la formation, aux températures élevées, de platinates alcalins et alcalino-terreux cristallisés.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« Au cours de mes recherches sur les ferrites et les cobaltites, et d'expériences encore inédites sur la production d'aluminates alcalins hydratés par voie ignée, j'ai eu l'occasion d'observer la corrosion rapide des creusets de platine par les fondants basiques. Les produits obtenus étaient souvent mêlés à du platine métallique ; parfois aussi, quand les fondants étaient très alcalins, les cristaux recueillis renfermaient des proportions assez considérables de bioxyde de platine, uni aux oxydes de cobalt, de fer ou d'aluminium. Cette formation inattendue, entre 800° et 1300°, de platinates alcalins et alcalino-terreux m'a paru réclamer une étude spéciale.

» En dehors de l'intérêt que peut présenter la permanence de ces composés aux températures élevées, j'ai pensé que la connaissance exacte des conditions où ils prennent naissance serait de quelque utilité aux chimistes, chaque jour plus nombreux, qui poursuivent la reproduction des espèces minérales par la voie sèche.

» Mes recherches ont porté sur le platinate de baryte et sur le platinate de soude, qui correspondent à deux types bien distincts.

» *Platinate de baryte.* — Il suffit de chauffer quelques heures vers 1100°, dans un

creuset de platine découvert, un mélange à poids égaux de chlorure ou de bromure de baryum et de baryte hydratée, pour obtenir une quantité notable de cristaux de platinate de baryte. On réalise une formation plus régulière de ce composé, et on l'obtient en cristaux mieux définis, en partant du platinate amorphe formé par double décomposition au sein même du fondant. Pour cela, on introduit 10^{gr} environ de baryte caustique dans un creuset de platine; on y verse assez d'eau pour former une pâte liquide à laquelle on ajoute 1^{gr} de chlorure platinique. Le magma est desséché avec précaution, puis on y incorpore une quantité déterminée de chlorure ou de bromure de baryum. On a formé ainsi une série de mélanges dont l'alcalinité variait dans des limites étendues, et on les a soumis à l'action de températures diverses.

» A la flamme de la lampe Bunsen, le platinate amorphe ne montre qu'une faible tendance à la cristallisation, même après quatre heures de chauffe. La température la plus favorable à la formation des cristaux est voisine de celle de la fusion du cuivre (dispositif n° 3 du four Forquignon). Toutefois, l'alcalinité du fondant exerce une influence marquée sur leur composition ainsi que sur leur masse.

» Tant que la proportion de baryte reste inférieure à 30 pour 100 du poids total, on n'obtient qu'une quantité de cristaux insuffisante pour l'analyse et dont la composition correspond probablement à celle du platinate PtO^2, BaO. Avec un mélange à 35 pour 100 de baryte, il se forme une proportion notable de cristaux plus basiques, renfermant 46 pour 100 de BaO (la théorie indique 40,05 BaO pour PtO^2, BaO). En employant des fondants contenant 50 à 60 pour 100 de baryte, on recueille, après deux ou trois heures de chauffe, une abondante cristallisation de prismes à base hexagonale, présentant en lumière parallèle des extinctions obliques, et dont la composition est représentée par la formule $2PtO^2, 3BaO$:

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
BaO	49,63	50,70	50,07
Pt	42,33	»	43,18

» Ces cristaux sont insolubles dans l'acide acétique étendu. Ils se dissolvent facilement dans l'acide chlorhydrique.

» Au rouge orange, on n'obtient plus de cristaux de platinate en opérant avec le mélange à poids égaux de baryte et de chlorure de baryum; la masse, reprise par l'eau, ne laisse qu'un résidu amorphe, entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique. Chauffé à cette température dans un bain de chlorure de baryum neutre ou modérément alcalin, le platinate se dissocie rapidement en donnant du platine cristallisé.

» *Platinate de soude.* — Le platinate de soude amorphe, formé par double décomposition en introduisant une petite quantité de bichlorure de platine dans un excès de soude caustique, ne cristallise pas nettement quand on porte le creuset de platine qui contient le mélange à la température où l'alcali se vaporise. Dès que toute la soude est volatilisée, le platinate subit une décomposition lente au sein du chlorure de sodium. On observe un dégagement continu de bulles gazeuses; le précipité devient plus dense sans prendre cependant une forme cristalline bien définie, puis il finit par se détruire en laissant un résidu de platine spongieux.

» L'attaque du platine métallique par un mélange de soude caustique avec un agent minéralisateur, tel que le chlorure de sodium, permet d'obtenir facilement le platinate de soude cristallisé en belles lamelles hexagonales. Il suffit de chauffer pendant deux heures, à la température de la fusion du cuivre, un creuset de platine renfermant 15gr d'un mélange à parties égales de $NaCl$ et de $NaHO^2$. Le poids du platinate qui se forme ainsi, aux dépens des parois du creuset, peut atteindre plusieurs décigrammes. On obtient un rendement beaucoup plus avantageux en ajoutant de la mousse de platine au mélange. La composition du produit diffère, selon que l'on remue fréquemment la masse pour ramener le platinate au contact du fondant, ou qu'on laisse celui-ci s'accumuler en un anneau à la surface du bain.

» Dans le premier cas, il se produit des lamelles microscopiques d'un jaune brun, agissant faiblement sur la lumière polarisée, facilement solubles dans l'acide chlorhydrique. Les cristaux obtenus au contraire en laissant l'anneau se rassembler au-dessus du bain sont beaucoup plus volumineux que les premiers. Ils renferment moins d'eau et plus de soude, présentent la couleur rouge brun du sesquioxyde de fer, et sont difficilement solubles dans l'acide chlorhydrique. L'analyse de chacun de ces deux hydrates a donné les nombres suivants :

	I.	II.
PtO^2................	87,02	86,69
NaO..................	2,33	5,34
HO (par diff.)........	10,65	7,97

» Ces composés se déshydratent lentement entre 200° et 300°. Le second retient son eau avec beaucoup d'énergie; après deux heures de calcination à 350°, il n'avait perdu que 0,67 pour 100 de son poids. Au rouge sombre, les platinates de soude se détruisent rapidement en laissant de la soude caustique et du platine métallique; le résidu renferme toujours un peu de platinate régénéré par l'action inverse de l'alcali sur le métal.

» Ces hydrates présentent une remarquable analogie de composition avec les ferrites alcalins obtenus dans des conditions presque identiques [1]. L'alumine paraît, d'après mes observations, susceptible de former des combinaisons semblables. L'existence de ces types singuliers n'est donc pas un fait isolé.

» Les expériences qui précèdent montrent que les platinates possèdent une stabilité comparable à celle des manganates et des ferrites. Elles offrent un nouvel exemple de la formation de composés à une température supérieure à celle de leur destruction [2]. »

---

(1) *Comptes rendus,* t. CVI, p. 1530, et t. CVII, p. 240; 1888.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches de la Sorbonne.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les tungstates et les vanadates ammoniocobaltiques.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Friedel.

I. — Tungstates.

« Une solution de *tungstate d'ammoniaque*, versée dans une solution étendue de sel purpuréocobaltique acidifiée par l'acide acétique, y produit aussitôt un abondant précipité rose, analogue à celui que produit le molybdate [1]. Lorsque le réactif a été employé en quantité suffisante, la liqueur s'éclaircit peu à peu et devient incolore; elle ne renferme plus de nickel et ne donne aucun dépôt noir avec le sulfhydrate d'ammoniaque. Le précipité rose, séché à 100°, devient lilas; chauffé progressivement jusqu'au rouge, il perd de l'eau, de l'ammoniaque, de l'oxygène, et passe par les teintes bleu sombre, vert noirâtre et enfin vert jaunâtre clair. Il reste infusible et indécomposable au rouge vif. Après refroidissement, la matière calcinée est d'un gris bleuâtre; elle répond à la formule

$$CoO, 5WO^3.$$

» L'analyse du précipité simplement desséché a donné

$$Co^2O^3, 5AzH^3, 10WO^3 + 9HO.$$

» Les sels de protoxyde de cobalt et de nickel ne sont pas précipités dans les mêmes circonstances par le tungstate; on pourrait donc employer ce réactif pour la séparation du composé purpuréocobaltique, comme je l'ai indiqué pour le molybdate dans la précédente séance. Mais il est plus difficile d'obtenir un produit de composition invariable : d'une part, le tungstate d'ammoniaque étant peu soluble dans l'eau à la température ordinaire ($\frac{1}{32}$ environ) et beaucoup plus soluble à 100°, on est exposé à produire un dépôt de ce tungstate et, par suite, une surcharge dans le produit calciné, si l'on emploie une solution préparée récemment; d'autre part, si la solution est trop faiblement acide, il peut se faire un dépôt cristallin de tungstate de protoxyde de cobalt ou de nickel : deux causes d'erreur, auxquelles on est moins exposé en employant le molybdate.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 15 juillet 1889.

» Dans les liqueurs ammoniacales, les réactions des sels de cobalt et de nickel sont tout autres avec le tungstate qu'avec le molybdate :

» Un sel purpuréo-cobaltique donne un précipité rose, insoluble, en présence d'un faible excès d'ammoniaque, aussi bien que dans une liqueur acétique.

» Un sel cobalteux produit un précipité cristallin d'un gris jaunâtre, qui s'altère facilement à l'air et devient rosé pendant la dessiccation. C'est un tungstate double de cobalt et d'ammoniaque :

$$15WO^3.2CoO.8AzH^4O + 3HO.$$

» Un sel de nickel donne un précipité cristallin, d'une teinte légèrement bleuâtre, qui se forme lentement. Il se dépose souvent, avec lui, des aiguilles blanches de tungstate d'ammoniaque.

II. — Vanadates.

Le *vanadate d'ammoniaque* produit, avec les sels ammoniocobaltiques en solution faiblement acétique, un précipité jaune orangé, qui répond à la formule

$$Co^2O^3.5AzH^3.5VaO^5 + 9HO.$$

» Ce composé, lorsqu'on le chauffe avec précaution au rouge sombre, s'agglomère en se boursouflant beaucoup. Il prend, en même temps, une teinte d'un gris noirâtre, qui, au bout de peu de temps, passe au brun rosé. Chauffé au-dessus du rouge sombre, le produit éprouve une fusion complète et devient noirâtre. Avant ou après fusion, sa composition est

$$2CoO.5VaO^5.$$

» Les sels de protoxyde de cobalt et de nickel ne donnent que lentement un dépôt cristallin en liqueur acétique ; mais ils sont précipités aussitôt que l'on sature la liqueur par l'ammoniaque.

» Le cobalt donne, dans ces conditions, un précipité vert de vanadate cobalteux, qui se suroxyde assez aisément à l'air en devenant jaune. Séché à 100°, il prend une teinte brun rougeâtre et donne, par fusion, un composé noir : $CoO.2VaO^5$.

» Le nickel produit un précipité jaune orangé qui, par dessiccation à 100°, devient brun et, par fusion, noir : $NiO.2VaO^5$.

» Ce bivanadate de nickel s'obtient très aisément lorsqu'on sature par l'ammoniaque en léger excès une solution primitivement acétique et, par suite, colorée en jaune. On peut obtenir, mais plus difficilement, le monovanadate $NiO.VaO^5$ en employant une quantité plus grande d'ammoniaque. Il ne se fait, au contraire, aucune précipitation si l'on emploie une solution de vanadate incolore, neutre ou légèrement ammoniacale, et qu'on la verse dans une solution également ammoniacale de nickel.

» Il paraît se former, sous l'action de l'acide acétique libre, un bivanadate d'ammoniaque fortement coloré, qui, en présence d'un sel de nickel, donne, lorsqu'on sature la liqueur par l'ammoniaque, un précipité de bivanadate de nickel.

» J'ai déjà signalé des faits analogues dans une précédente étude sur les vanadates métalliques et j'en ai observé plusieurs autres, sur lesquels je me propose de revenir (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide diéthylamido-α-propionique.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« L'acide diéthylamido-α-propionique s'obtient en faisant réagir à 100°, en vase clos, pendant quelques heures, l'acide α-bromopropionique (une molécule) sur un excès de diéthylamine aqueuse (trois molécules environ). La réaction a lieu suivant l'équation

$$\underbrace{CH^3\text{-}CH.Br\text{-}CO.OH}_{\text{Acide }\alpha\text{-bromopropionique.}} + 2[\underbrace{AzH.(C^2H^5)^2}_{\text{Diéthylamine.}}]$$

$$= \underbrace{CH^3\text{-}CH.Az(C^2H^5)^2\text{-}CO.OH}_{\text{Acide diéthylamido-}\alpha\text{-propionique.}} + \underbrace{AzH.(C^2H^5)^2, HBr}_{\text{Bromhydrate de diéthylamine.}}.$$

» Pour isoler l'acide diéthylamido-α-propionique du produit de la réaction, on le traite par un excès de baryte bouillante. La diéthylamine mise ainsi en liberté et l'excès de cette base se récupèrent par distillation. On précipite ensuite exactement la baryte par l'acide sulfurique, on met en liberté l'acide amidé par l'oxyde d'argent et, à l'aide de l'hydrogène sulfuré, on enlève l'excès de ce métal. Par concentration, on obtient un liquide sirupeux d'où l'on extrait l'acide diéthylamido-α-propionique en le mettant en digestion, à une douce température, pendant vingt heures environ, avec l'hydrate de cuivre, en évitant la déshydratation de cet hydrate; car le nouvel acide ne dissout que très difficilement l'oxyde de cuivre.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 11 juillet 1887.

» Cette action terminée, on obtient un liquide bleu violet que l'on concentre doucement au bain-marie, afin d'éviter sa décomposition. En l'abandonnant au-dessus de l'acide sulfurique, on obtient un sel couleur lie-de-vin. Ce sel ne peut être purifié que par dissolution dans l'eau tiède et cristallisation au-dessus de l'acide sulfurique, car l'eau bouillante le décompose partiellement.

» Ainsi purifié, ce sel se présente en lamelles brillantes réunies en grappes allongées. Il est d'une couleur lie-de-vin. A l'analyse, il répond à la composition du diéthylamido-α-propionate de cuivre renfermant une molécule d'eau de cristallisation, dont la formule serait

$$[CH^3-CH.Az(C^2H^5)^2-CO.O]^2Cu + H^2O.$$

» En effet, ce sel a perdu, à 110°,5, 21 pour 100 d'eau; la théorie demande 4,92 pour 100.

» Séché à 110°, puis analysé, il a fourni les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
C^{14}	47,79	47,51
H^{28}	7,97	8,21
Az^2	7,97	8,13
Cu	18,06	17,94

» Le diéthylamido-α-propionate de cuivre se dissout dans l'eau en donnant une solution d'un beau violet foncé; mais cette solution se décompose partiellement dans le voisinage de 100° en donnant un dépôt de cuivre réduit. A 14° ce sel se dissout dans 168 fois son poids d'eau. Il est également soluble dans l'alcool.

» Le diéthylamido-α-propionate de cuivre permet d'obtenir facilement l'acide diéthylamido-α-propionique pur en traitant par l'hydrogène sulfuré la solution de ce sel. Après enlèvement du cuivre, la solution est concentrée au bain-marie jusqu'à ce qu'il se forme des fumées qui se condensent sur les parties froides du vase en fines aiguilles très légères. A cet état de concentration la solution abandonnée au-dessus de l'acide sulfurique fournit des cristaux volumineux.

» L'acide diéthylamido-α-propionique est très soluble dans l'eau qui en dissout plus de son poids.

» Les cristaux, lavés à l'alcool, puis séchés au-dessus de l'acide sulfurique, peuvent ensuite être chauffés à 110° sans fondre. Mais, chauffés plus fortement, ils fondent en donnant un liquide incolore, puis l'acide entre

en ébullition et distille en s'altérant à peine. Par refroidissement, il se solidifie en globules rayonnés.

» L'acide diéthylamido-α-propionique est très soluble dans l'alcool, d'où l'éther le précipite sous la forme d'une huile lourde.

» Sa dissolution aqueuse ne peut être concentrée sans perte; car, pendant cette opération, il se volatilise un peu sous la forme d'une sorte de neige cristalline qui se dépose sur les parties froides du vase.

» Cet acide est aussi avide d'eau que le chlorure de calcium; cependant, en prenant quelques précautions, on a pu faire son analyse, qui a fourni les résultats suivants :

	Calculé $C^7H^{15}AzO^2$.	Trouvé.
C^7	57,93	57,77
H^{15}	10,34	10,52
Az	9,66	9,77

» J'ai encore obtenu l'acide diéthylamido-α-propionique en faisant agir l'iodure d'éthyle sur l'alanine en présence de la potasse et de l'alcool; dans cette circonstance, l'acide diéthylamido-α-propionique est même le produit principal de la réaction; de plus, il ne se forme pas de bétaïne propionique éthylée, comme on aurait pu s'y attendre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à l'étude des combinaisons qui résultent de l'action de l'acide malique sur le molybdate d'ammoniaque*. Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai appliqué à l'étude des combinaisons formées par l'action des solutions d'acide malique gauche sur les molybdates solubles les procédés d'investigation qui m'avaient permis de mettre en évidence les combinaisons formées dans les solutions d'acide tartrique avec ces divers corps, et j'ai obtenu des résultats caractérisés par une netteté presque aussi grande des phénomènes, avec plus d'intensité, d'imprévu et de variété dans les effets. Je vais exposer dans cette Communication les faits relatifs à l'action du molybdate d'ammoniaque sur l'acide malique.

» Dans toutes les expériences, j'ai employé des solutions contenant un poids constant d'acide malique, additionné de quantités de sel qui représentent des fractions d'équivalent exprimant des sous-multiples simples,

avec la quantité d'eau nécessaire pour que le volume de l'ensemble eût une valeur constante à la même température. Quant aux poids absolus de matière, je les ai choisis de façon à rendre l'observation aussi facile et aussi précise que possible. La solution d'acide malique, contenant $1^{gr},1166$ dans un volume de 12^{cc}, se prête très bien aux expériences si le tube dans lequel on fait la mesure du pouvoir rotatoire n'est pas trop long : celui que j'ai employé avait $105^{mm},7$ de longueur. Les mesures ont été faites à la température de 17° ; à cette température, la solution d'acide malique non additionnée de sel présentait une rotation de $-0°12'$ par rapport à la lumière du sodium ; les rotations observées avec les solutions additionnées de molybdate d'ammoniaque sont indiquées dans le Tableau suivant :

Poids de molybdate d'ammoniaque employés.	Fractions d'équivalent qu'ils représentent.	Rotations observées.	Variations pour $\frac{1}{48}$ d'équivalent de sel.
gr		° '	'
0,0134...........	$\frac{1}{384}$	— 0.24	96
0,0268...........	$\frac{1}{192}$	— 0.36	96
0,0536...........	$\frac{1}{96}$	— 0.58	88
0,1073...........	$\frac{1}{48}$	— 1.42	88
0,1907...........	$\frac{1}{27}$	— 2.45	81
0,2146...........	$\frac{1}{24}=\frac{2}{48}$	— 3. 2	80
0,2861...........	$\frac{1}{18}$	— 3.49	71
0,3219...........	$\frac{1}{16}=\frac{3}{48}$	— 4. 9	67
0,4292...........	$\frac{1}{12}=\frac{4}{48}$	— 4.57	48
0,4682...........	$\frac{1}{11}$	— 5.10	36
0,5150...........	$\frac{1}{10}$	— 5.13	7
0,5365...........	$\frac{1}{9,6}=\frac{5}{48}$	— 5.15	1
0,5722...........	$\frac{1}{9}$	— 5.19	
0,6059...........	$\frac{1}{8,5}$	— 5.13	
0,6438...........	$\frac{1}{8}=\frac{6}{48}$	— 4.56	19
0,6867...........	$\frac{1}{7,5}$	— 4.31	
0,7357...........	$\frac{1}{7}$	— 4.10	
0,7510...........	$\frac{1}{6,85}=\frac{7}{48}$	— 3.55	61
0,7923...........	$\frac{1}{6,5}$	— 3.24	70
0,8583...........	$\frac{1}{6}=\frac{8}{48}$	— 2.21	102
0,9364...........	$\frac{1}{5,5}$	— 1. 0	111
0,9656...........	$\frac{1}{5,33}=\frac{9}{48}$	— 0.25	125
1,0300...........	$\frac{1}{5}$	+ 0.50	124
1,0729...........	$\frac{1}{4,8}=\frac{10}{48}$	+ 1.40	125
1,1444...........	$\frac{1}{4,5}$	+ 3.14	141
1,1802...........	$\frac{1}{4,36}=\frac{11}{48}$	+ 4. 3	171
1,2875...........	$\frac{1}{4}=\frac{12}{48}$	+ 7.12	189

Poids de molybdate d'ammoniaque employés.	Fractions d'équivalent qu'ils représentent.	Rotations observées.	Variations pour $\frac{1}{48}$ d'équivalent de sel.
gr		° ′	′
1,3948..........	$\frac{13}{48}$	+10.21	189
1,5020..........	$\frac{14}{48}$	+13.25	184
1,6095..........	$\frac{15}{48}$	+17. 7	222
1,7166..........	$\frac{16}{48}=\frac{1}{3}$	+20.55	228
1,8240..........	$\frac{17}{48}$	+24.27	212
1,9312..........	$\frac{18}{48}$	+28. 7	220
2,0385..........	$\frac{19}{48}$	+32.23	256
2,1458..........	$\frac{20}{48}$	+36.13	230
2,2531..........	$\frac{21}{48}$	+39.57	224
2,3604..........	$\frac{22}{48}$	+43.47	230
2,4677..........	$\frac{23}{48}$	+48. 4	257
2,5750..........	$\frac{24}{48}=\frac{1}{2}$	+52.28	264
3,0042..........	$\frac{28}{48}$	+63.30	165
3,4333..........	$\frac{32}{48}$	+69.10	85
3,8625..........	$\frac{36}{48}$	+72. 0	42
4,2917..........	$\frac{40}{48}$	+72.32	8
4,7208..........	$\frac{44}{48}$	+72.40	2
5,1500..........	$\frac{48}{48}=1$	+72.48	2
5,5792..........	$\frac{52}{48}$	+72.40	2
6,0083..........	$\frac{56}{48}$	+72.20	5
6,4375..........	$\frac{60}{48}$	+72. 0	5

» L'examen de ces nombres conduit aux remarques suivantes :

» 1° L'addition progressive du sel à la solution d'acide malique détermine une augmentation de la rotation dont la grandeur initiale 0°12′ devient graduellement plus grande et atteint une valeur maxima de — 5°19′ qui représente 35 fois la rotation de l'acide malique contenu dans la solution. Ce maximum correspond à une combinaison de neuf équivalents d'acide malique avec un équivalent de molybdate d'ammoniaque; or ce sel contient trois équivalents d'ammoniaque : la combinaison contient donc, pour un équivalent d'acide, trois équivalents de base.

» 2° Pour des poids de sel plus grands que $\frac{1}{9}$ d'équivalent, la rotation rétrograde, passe de gauche à droite et augmente progressivement; une variation brusque dans l'augmentation se manifeste lorsque le liquide contient environ trois équivalents d'acide pour un équivalent de sel.

» 3° Lorsque les quantités de sel ajoutées sont comprises entre $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{2}$ équivalent, les rotations augmentent de quantités égales pour des poids égaux de sel ajoutés, ce qui indique la formation d'un composé qui contiendrait

trois équivalents d'acide malique pour un équivalent de molybdate d'ammoniaque ou un équivalent de sel pour un équivalent d'alcali.

» 4° Ce composé se détruirait pour des additions de sel dépassant $\frac{1}{2}$ équivalent et se transformerait en un autre de pouvoir rotatoire plus grand et formé d'équivalents égaux d'acide et de sel. La valeur du maximum est de $+72°48'$, valeur qui représente 364 fois la rotation de la substance active qui se trouve dans le liquide.

» 5° Un examen attentif de la marche des phénomènes montre que, à l'origine, des quantités très faibles de sel produisent des effets considérables; ainsi $\frac{1}{384}$ d'équivalent de molybdate d'ammoniaque double la rotation présentée par le liquide actif.

» Cet effet diminue d'abord pour des additions progressives; mais, lorsque le liquide contient $\frac{1}{7}$ d'équivalent de sel, l'effet produit a repris une valeur plus grande que la valeur initiale et, lorsque la quantité de sel ajoutée atteint $\frac{1}{2}$ équivalent, il suffit d'ajouter $\frac{1}{1056}$ d'équivalent pour augmenter la rotation d'une quantité égale à celle que produit le composé actif contenu dans la solution. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et dosage du bicarbonate de soude dans le lait.* Note de M. **L. Padé**, présentée par M. Schützenberger. (Extrait.)

« Le bicarbonate de soude est le sel le plus fréquemment ajouté au lait pour retarder la formation du coagulum.

» Dans plus de 100 essais, sur des laits purs, j'ai constaté qu'une goutte d'une solution normale décime d'acide sulfurique était toujours suffisante pour rendre acides les cendres de 10^{cc} de lait.

» Il semble donc, d'après cette propriété, qu'en prenant l'alcalinité des cendres solubles d'un lait, on puisse doser le bicarbonate qui aurait pu y être ajouté; je n'ai jamais obtenu ce résultat, et, d'après mes essais, dans un lait pur, additionné de 1^{gr} par litre de bicarbonate de soude, on ne retrouve dans les cendres solubles que $0^{gr},34$ à $0^{gr},40$ d'alcalinité, calculée en bicarbonate de soude. Ce procédé, suffisant pour reconnaître la présence du sel conservateur, est donc sans valeur pour son dosage.

» C'est en recherchant les causes de la disparition de la majeure partie de l'alcalinité des cendres solubles d'un lait additionné de bicarbonate que j'ai été amené à trouver un procédé exact de dosage de ce sel. En effet, pendant l'incinération, les deux tiers environ du carbonate de soude

se transforment en phosphate de soude et carbonate de chaux, en réagissant sur le phosphate de chaux que contient le lait.

» D'après cette transformation, les cendres d'un lait additionné de bicarbonate de soude contiennent du phosphate de soude. Mais, comme les cendres solubles d'un lait pur ne sont que très faiblement alcalines et qu'elles ne contiennent que des traces d'acide phosphorique, il suffit, pour connaître exactement la quantité de bicarbonate de soude ajoutée, de prendre l'alcalinité des cendres et de doser l'acide phosphorique qu'elles renferment.

» Pour effectuer ces deux dosages, je me suis arrêté à la méthode suivante : On incinère 25^{cc} de lait, et l'on dose l'alcalinité au moyen d'une solution titrée, normale décime, d'acide sulfurique; le volume obtenu, exprimé en centimètres cubes, multiplié par 0^{gr},0084, donne la quantité de bicarbonate, non transformé en phosphate de soude, que contiennent 25^{cc} de lait; en multipliant de suite le volume par 0,0336, on obtient la teneur pour 100. Dans cette solution neutre, additionnée de 2^{cc} environ d'une solution faiblement acétique d'acétate de soude à 10 pour 100, on dose alors l'acide phosphorique au moyen d'une liqueur titrée d'acétate d'urane.

» La liqueur d'urane est titrée de façon que 1^{cc} corresponde à 0^{gr},01 de bicarbonate de soude pour 100^{cc} de lait, en opérant le dosage sur 25^{cc}.

» Le titre de la liqueur dérive de la transformation du bicarbonate de soude en phosphate de soude, d'après la formule suivante

$$4(CO^3NaH) + (PO^4)^2Ca^3 = 2PO^4Na^2H + 3CO^3Ca + CO^2 + H^2O,$$

d'après laquelle 336^{gr} de bicarbonate de soude donnent 284^{gr} de phosphate de soude, soit, pour 1^{gr} de bicarbonate, 0^{gr},84523 de phosphate de soude contenant 0^{gr},4226 d'acide phosphorique (P^2O^5).

» La liqueur d'urane est titrée, volume à volume, avec une solution contenant 3^{gr},11 de phosphate de soude et d'ammoniaque par litre. Ce poids de phosphate de soude équivaut à 2^{gr},5 de bicarbonate de soude. Donc, si l'on fait le dosage sur 25^{cc} de lait, 1^{cc} de la liqueur titrée d'urane ou de phosphate de soude et d'ammoniaque équivaut à 0^{gr},01 de bicarbonate pour 100^{cc} de lait.

» L'essai se fait à la façon ordinaire, soit à la touche au ferrocyanure, soit au moyen de la teinture de cochenille. Ce dernier procédé est plus sensible, en raison de la dilution de la liqueur d'urane.

» En additionnant le poids pour 100 trouvé par l'alcalinité avec celui

donné directement par le dosage de l'acide phosphorique, on obtient le poids total pour 100 de bicarbonate de soude ajouté au lait. En opérant ainsi, le plus grand écart que j'aie obtenu a été de $0^{gr},008$ de bicarbonate pour 100, en plus de la quantité ajoutée [1]. »

CHIMIE ANIMALE. — *Perfectionnements apportés à la préparation de l'hémoglobine cristallisée par le procédé d'Hoppe-Seyler; nouveau procédé de préparation de ce corps.* Note de M. **Mayet**, présentée par M. Bouchard.

« I. *Perfectionnements du procédé d'Hoppe-Seyler.* — 1° Le lavage des globules est opéré avec quatorze fois le volume du sang défibriné employé, d'une solution de sulfate de soude au titre de 1,5 de sel anhydre et pur pour 100 d'eau distillée, au lieu de la solution de chlorure de sodium à 2,5 pour 100, qui dissout plus ou moins le stroma des globules, cause d'impureté et de perte de matière colorante; le sulfate de soude possède, au contraire, une action conservatrice remarquable.

» 2° L'auteur a fait construire pour le lavage un récipient particulier. C'est un grand vase cylindrique en verre, de la capacité de 5^{lit}, terminé inférieurement en cône à parois très obliques, puis au-dessous en cylindre étroit de la capacité de 80^{cc} environ. Au niveau du point où ce cylindre s'unit au cône, est une tubulure latérale, dont le centre correspond exactement à ce point. Une autre tubulure ou goulot termine la portion cylindrique étroite. Les deux orifices, latéral et inférieur, sont munis de deux robinets de verre, portés par deux bouchons percés, en caoutchouc.

» Ce vase présente les avantages suivants :

» *a.* Sa forme allongée permet de l'introduire dans une cuve en bois à parois épaisses, où l'on place autour de lui de la glace dans de bonnes conditions de défense contre la température extérieure pendant les trois jours nécessaires pour le lavage.

» *b.* Le cône favorise le glissement des globules, entraînés par leur pesanteur spécifique dans le cylindre inférieur où ils se réunissent sous forme de cruor épais.

» *c.* La tubulure latérale et son robinet permettent d'évacuer le liquide de lavage sans aucun mélange avec le cruor, ce qui est très difficile avec le siphon habituellement employé. Le robinet inférieur donne alors le cruor aussi pur que possible.

» 3° Comme récipient dans lequel est obtenue l'action de l'éther sur

---

(1) Ces recherches ont été faites au Laboratoire municipal de la Ville de Paris.

les globules, l'auteur substitue, au flacon employé par Hoppe-Seyler, un appareil en verre en forme d'éprouvette de 3^{cm},5 de diamètre et de 35^{cm} de longueur, se terminant, à son extrémité inférieure, en forme de cône qui se prolonge lui-même en un tube étroit muni d'un robinet.

» L'ouverture supérieure, large, se ferme avec un bon bouchon de liège et l'occlusion est complétée par une capsule en caoutchouc.

» Le cruor est mélangé, dans ce récipient, avec son volume d'eau distillée et $\frac{1}{5}$ du volume total d'éther; le tout est agité vivement trois minutes et plongé vingt-quatre heures dans l'eau à 0°. La séparation de la solution d'hémoglobine et des stromas se fait en deux couches, ces derniers mélangés à l'éther émulsionné en gouttelettes dans la couche supérieure.

» La solution d'hémoglobine est évacuée, sans aucun mélange notable de débris globulaires, par le robinet inférieur, qu'on ouvre après avoir débouché l'éprouvette (le siphon ne permet que difficilement cette séparation dans l'ancien procédé).

» 4° L'alcool absolu pur est ajouté goutte à goutte, en agitant, dans la solution d'hémoglobine, dans la proportion exacte de $\frac{1}{5}$ du volume de celle-ci et non de $\frac{1}{4}$, proportion qui expose à altérer l'hémoglobine. Le liquide alcoolisé est alors filtré. Les quelques débris globulaires qui pouvaient rester, devenus rigides par l'alcool, ne peuvent traverser le filtre comme ils le feraient sans cette addition préalable.

» 5° La congélation, prolongée douze heures, et répétée après dégel au moins trois fois, de la solution alcoolisée à une température de −14°, utile pour obtenir la cristallisation, est opérée dans une éprouvette à gaz épaisse (beaucoup plus commode pour le refroidissement prolongé qu'une capsule large et plate), plongée dans un mélange réfrigérant qui est contenu dans un vase cylindrique, défendu contre la température extérieure par une enveloppe à plusieurs doubles d'étoffe de laine épaisse et un couvercle de bois recouvert de la même étoffe.

» 6° Les cristaux imparfaits, comme brisés, qui s'entassent au fond de l'éprouvette, égouttés sur un filtre sans pli, sont repris par l'eau distillée à +35°, en quantité exactement suffisante pour la dissolution, et la solution additionnée d'alcool *ut supra* et filtrée est remise à cristalliser.

» Une dernière cristallisation est opérée par congélation à −14°, puis dégel dans une capsule large de platine, la solution étant en couche mince, pour que les cristaux moins entassés puissent se développer librement.

» Par ces détails de manipulation, on obtient de très beaux cristaux

en prismes réguliers, pouvant atteindre $1^{mm},5$ de long avec le sang de chien, de cheval, d'âne.

» II. *Nouveau procédé, préférable au précédent.* — 1° Les détails de manipulation pour le lavage des globules sont ceux qui sont indiqués par l'auteur dans le procédé ci-dessus.

» 2° Le cruor est évacué dans l'éprouvette à robinet décrite plus haut et mélangé avec son volume d'eau et $\frac{1}{5}$ du volume total de benzine absolument pure. Le tout, agité vivement pendant cinq minutes, est plongé vingt-quatre heures dans l'eau maintenue à $+5°$ au minimum et $+8°$ au maximum, par addition de fragments de glace. Les globules sont très bien séparés de leur matière colorante par l'action de la benzine, qui a sur l'éther l'avantage de n'altérer nullement l'hémoglobine, ainsi que le montre la coloration d'un rouge vif que conserve le mélange, tandis que la solution obtenue par l'éther même très pur est toujours plus ou moins brune et mélangée de méthémoglobine.

» Le mélange se sépare par le repos en trois couches : l'une, rouge vermillon, composée d'hémoglobine en solution presque pure (mélangée déjà de cristaux pour le sang de chien); la deuxième, d'un rouge terne, de la même solution où nagent les stromas globulaires, plus ratatinés que par l'éther; la troisième, d'un blanc jaunâtre, composée de benzine émulsionnée contenant les matières grasses des globules.

» 3° On évacue par le robinet les deux couches inférieures réunies; on les mélange avec précaution, goutte à goutte, en agitant avec $\frac{1}{5}$ de leur volume total d'alcool absolu exactement mesuré; on filtre et l'on fait cristalliser par les mêmes procédés que dans la préparation par l'éther.

» La cristallisation est constamment plus abondante que par le procédé de l'éther. »

ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE. — *Du mode d'action de l'électrolyse linéaire par les courants faibles, et de sa température dans la destruction des tissus organiques.* Note de M. **J.-A. Fort**, présentée par M. Bouchard.

« Le courant continu produit par les appareils électriques, en traversant les tissus organiques, provoque, dans les points en contact avec les électrodes, des altérations dont l'intensité varie avec celle du courant.

» Dans la décomposition des tissus organiques par l'électrolyse, les acides se rendent au pôle positif, et les bases existant dans les tissus à

l'état de sels se rendent au pôle négatif, ainsi qu'on peut le constater au moyen du papier de tournesol. En même temps, il se fait à ce pôle un dégagement d'hydrogène.

» Il est remarquable que ces altérations se montrent aussi bien sur les tissus du cadavre que sur ceux de l'homme vivant.

» Nous avons voulu nous rendre compte de la température des tissus au niveau du pôle négatif, persuadé que l'opération, telle que nous la pratiquons pour le traitement des rétrécissements, n'est ni une brûlure ni une cautérisation comparable à celle du thermo-cautère ou du galvano-cautère, lesquels sont incandescents au moment de l'action.

» Il se produit une destruction des tissus par action chimique, et l'on peut dire, vu la très petite élévation de température, que l'électrolyse a lieu à froid, comme on peut s'en rendre compte en plaçant le doigt sur l'électrode négative de la pile.

» Nous avions fait depuis longtemps ces remarques, basées aujourd'hui sur plus de 550 opérations d'électrolyse linéaire, mais nous avons voulu les mettre hors de doute par l'expérimentation [1].

» Nous étant placés dans des conditions identiques à celles de l'opération, nous avons fait deux sortes d'expériences : sur la chair de cadavre et sur l'animal vivant.

» *Expériences sur la chair de cadavre.* — Plaçant le pôle négatif, représenté par la lame de platine de notre électrolyseur, le plus près possible des fils métalliques de la pile thermo-électrique, mais sans contact, nous avons constaté :

» 1° Avec 12 éléments de la pile de Gaiffe, fournissant 22 milliampères, une élévation de température de 0°,55 pendant la première minute, de 0°,74 pendant la deuxième minute et de 1°,40 pendant la troisième.

» 2° Avec 24 éléments, donnant 36 milliampères, une élévation de température de 3°,40 pendant la première minute, de 4°,20 pendant la deuxième minute et de 4°,60 pendant la troisième.

» 3° Avec 36 éléments, donnant 56 milliampères, nous avons obtenu : 5°,4 pendant la première minute, 5°,4 pendant la deuxième et 5°,6 pendant la troisième.

» *Expériences sur l'animal vivant.* — Nous avons répété ces trois expériences, de la même manière, en opérant sur le rectum d'un lapin. Nous avons remarqué que la

---

(1) M. d'Arsonval a bien voulu nous prêter son concours, celui de ses *sondes thermo-électriques* et de son *galvanomètre apériodique*, au moyen desquels on peut constater les variations de température les plus faibles.

Nous avons été aidé également, avec la plus grande complaisance, par M. Bouasse, préparateur du laboratoire de Physique au Collège de France, qui a expérimenté avec nous, au moyen d'une pile thermo-électrique.

température ne s'élève que d'une quantité infinitésimale; car, dans toutes ces expériences, la température rectale s'est élevée de moins de $\frac{1}{10}$ de degré.

» Il est probable, ainsi que nous le faisait observer M. d'Arsonval, que la chaleur produite est enlevée par la circulation des capillaires au fur et à mesure de sa production.

» On voit donc, d'après ces expériences, que l'opération de l'électrolyse linéaire consiste dans la formation, par action chimique, d'un sillon dans la substance du rétrécissement, sillon analogue à une incision non sanglante, sans élévation de température. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle tuberculose bacillaire, d'origine bovine* (1). Note de M. **J. Courmont**, présentée par M. Chauveau.

« J'ai trouvé, il y a quelque temps, un nouveau bacille tuberculeux dans une lésion pleurale de bœuf atteint de pommelière. C'est un bacille court et large, composé d'une zone médiane claire légèrement étranglée et de deux noyaux terminaux. Il est très mobile, pousse rapidement sur tous les milieux couramment employés et ne liquéfie pas la gélatine. On en obtient des cultures à + 46° et dans le vide. Il se colore facilement et se décolore de même. Les tubercules du bœuf, où il n'était pas associé au bacille de Koch, donnèrent directement des cultures pures.

» Les lapins inoculés avec le suc des tubercules devinrent tuberculeux en quinze à quatre-vingts jours, et chacun d'eux fut l'origine d'une génération de lapins tuberculeux, tandis que les cobayes moururent tous dans les dix premiers jours, présentant simplement un œdème local et le gonflement de la rate. Les tubercules des lapins fournirent des cultures pures du bacille susdécrit : jamais de bacille de Koch; mais, chose remarquable, le sang, tant des lapins que des cobayes, fourmillait du même micro-organisme. Le bacille tuberculeux n'était donc pas à peu près exclusivement cantonné dans la lésion, comme dans la tuberculose classique, mais répandu dans tout l'organisme. L'inoculation du sang et de la sérosité de l'œdème local occasionnait la mort rapide avec envahissement du sang par le bacille.

» Les tubercules obtenus chez les lapins furent transmissibles aux

---

(1) Travail du laboratoire de Médecine expérimentale et comparée de Lyon.

lapins, mais ne se reproduisirent pas chez les cobayes; ces derniers succombèrent néanmoins à l'inoculation, par suite du passage et de la multiplication du bacille dans les vaisseaux.

» L'inoculation des cultures donna le même résultat : mort sans lésions; ce n'est qu'en inoculant une culture en bouillon vieille de vingt jours que je parvins à produire des tubercules. Je dois ajouter que j'obtins ces tubercules avec une rapidité extraordinaire; les cobayes inoculés moururent entre cinq et douze jours, les organes farcis de tubercules et le sang peuplé de bacilles, tandis que les lapins moururent en huit jours sans lésions. Autre particularité : les tubercules obtenus chez le cobaye rendirent toujours d'autres cobayes tuberculeux, mais tuèrent le lapin sans reproduire de lésions tuberculeuses. Je dirai encore que les tubercules du cobaye rendent le rat blanc tuberculeux, et que le pigeon m'a paru absolument réfractaire à toute action du bacille.

» Enfin, en inoculant des cultures provenant de différents milieux, de tout âge, aérobies et anaérobies, je suis parvenu à atténuer suffisamment le bacille pour ne tuer des cobayes qu'en cinquante jours par infection du sang, sans lésions tuberculeuses. Quant aux tubercules obtenus, ils ne diffèrent en rien de ceux qui sont dus au bacille de Koch.

» Il résulte de tous ces faits que, si le bacille décrit tue toujours le lapin et le cobaye en se retrouvant dans leur sang, il n'acquiert l'aptitude à provoquer des lésions tuberculeuses que dans certaines conditions. Lorsqu'il est *au point* pour tuberculiser les animaux d'une ou plusieurs espèces, il ne l'est pas pour certaines autres. Dans la même espèce, il reproduit toujours de la tuberculose, si on l'emprunte à une lésion tuberculeuse; s'il est emprunté à une culture, il ne produit des tubercules qu'à un moment donné de son évolution (le vieillissement paraît être un des facteurs de cette propriété). L'aptitude à faire du tubercule ne doit pas être regardée comme une simple atténuation de la virulence, puisque le bacille atténué peut ne tuer qu'en cinquante jours sans produire de lésions, tandis que celles-ci s'édifient quelquefois en cinq jours : c'est une propriété surajoutée. Cette notion explique comment un bacille se cultivant et se colorant aussi facilement a pu longtemps passer inaperçu au point de vue de la genèse de la tuberculose. Désormais, si l'on ne pouvait pas inoculer un microbe provenant d'un tubercule à l'espèce qui portait la lésion, il faudrait, avant de se prononcer sur les qualités de ce microbe, l'inoculer à plusieurs espèces animales et aux phases différentes de son évolution.

» Un point capital dans l'histoire du nouveau bacille tuberculeux que

nous décrivons est relatif à l'action des produits qu'il fabrique dans l'organisme. Loin de vacciner l'animal à qui on les inocule, ils préparent au contraire le terrain pour la pullulation du microbe. M. Arloing avait déjà émis l'idée au dernier Congrès pour l'étude de la tuberculose qu'il devait en être ainsi du bacille de Koch, et il fait exécuter des recherches en ce sens. Il suffit d'introduire sous la peau d'un lapin ou d'un cobaye 1^{cc} de bouillon de culture filtrée par kilogramme de poids vif pour que l'inoculation d'un tubercule pratiquée chez ces animaux vingt jours plus tard tue le cobaye en quinze heures et le lapin en vingt-trois, tandis que le cobaye témoin meurt tuberculeux au bout de dix jours en moyenne. On peut donc dire que chez le cobaye, par exemple, la virulence du bacille par rapport à l'organisme récepteur est augmentée dans la proportion de 1 à 16. Une parcelle de l'animal tué de cette façon, inoculée soit à un lapin soit à un cobaye neutres, amène leur mort dans un temps sensiblement égal. Au bout de cinq transmissions, je n'ai pas constaté d'atténuation appréciable. L'influence des produits fabriqués par ce bacille tuberculeux donnera peut-être une explication satisfaisante de la généralisation lente des tuberculoses locales, des poussées, de l'hérédité, etc. »

ANATOMIE. — *Examen d'une molaire d'éléphant et de ses moyens de fixation au maxillaire.* Note de M. V. Galippe, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'éléphant du Muséum, au sujet duquel j'avais déjà eu l'honneur de faire une Communication à l'Académie, ayant succombé, j'ai pu examiner une molaire de cet animal et étudier ses moyens de fixation au maxillaire.

» Cette pièce, du plus haut intérêt, nous a permis d'élucider certains points d'anatomie normale et a offert, en outre, des lésions pathologiques dont l'analyse nous a donné les résultats les plus curieux.

» I. Structure de la gencive chez l'éléphant. — On y retrouve les dispositions générales observées chez l'homme, mais il est un point sur lequel nous devons tout particulièrement appeler l'attention, c'est l'existence, en assez grand nombre, de *corpuscules de Pacini*. Ces corpuscules ont été étudiés par M. le Dr Malassez et nous en avons compté sept en moyenne sur une longueur de coupe de 10^{mm}.

» *Ligament alvéolo-dentaire*. — On avait cru pendant longtemps que, chez l'homme, la dent était fixée au maxillaire par un périoste, dit *périoste*

alvéolo-dentaire. M. Malassez a montré que c'était une erreur anatomique et que ce qu'on avait pris pour un périoste était un ligament.

» Nou savons constaté que, en dépit du poids énorme que peut acquérir la molaire de l'éléphant, ses moyens de fixation au maxillaire sont identiques à ceux qui ont été décrits chez l'homme.

» On voit les faisceaux fibreux partir de l'alvéole et s'enfoncer dans le cément, en suivant une direction oblique de haut en bas. Entre ces faisceaux existent des espaces remplis de tissu conjonctif lâche, au milieu duquel se trouvent les vaisseaux et les nerfs. Au voisinage de la dent, on constate l'existence de débris épithéliaux paradentaires, décrits par M. Malassez dans le ligament alvéolo-dentaire de l'homme.

» Les insertions des ligaments sur la paroi alvéolaire ne se font pas régulièrement sur toute la surface de cette paroi, mais de préférence sur les arêtes osseuses que cette surface présente. Les insertions sur la dent, au contraire, se font d'une façon très régulière et pénètrent profondément dans le cément.

» II. Lésions pathologiques. — *Epulis*. — Examinée par sa face postérieure, la gencive présentait des fongosités gengivales de volume variable, les unes petites et finement pédiculées, les autres sessiles et très volumineuses.

» *a*. L'épulis finement pédiculée s'est montrée constituée par du tissu fibreux dense. Dans quelques points il existait des cellules embryonnaires. Nous avons constaté l'existence de corps brillants, ébréchant le rasoir et résistant à l'action de l'acide chlorhydrique et de l'acide azotique dilués. Cette tumeur ne présentait que de rares vaisseaux. L'épithélium de la surface répondait au type malpighien.

» *b*. *Grosse épulis*. — Également constituée par du tissu fibreux dont les faisceaux ont une direction générale allant de la profondeur vers la surface. Entre ces faisceaux fibreux, on trouve du tissu conjonctif lâche, au milieu duquel se montrent les vaisseaux.

» Dans cette tumeur, on ne rencontre pas de nerfs ni d'amas de tissu élastique comme dans la petite tumeur décrite ci-dessus. Les papilles de la surface sont également moins fines et moins nombreuses. Nous n'y avons point rencontré non plus de concrétions à l'aspect cristallin.

» III. Décollement. — Fixée solidement au maxillaire par la gencive et le ligament, la molaire examinée laissait voir en un point un décollement assez considérable ayant produit un espace libre entre la dent et le maxillaire. La surface de cette cavité, dépourvue d'épithélium, présentait

un tissu de bourgeons charnus se continuant avec le tissu fibreux gengival sous-jacent. Ce dernier est infiltré d'éléments dits *lymphoïdes*, en partie constitués par des globules blancs et en partie par les cellules du tissu ayant proliféré.

» A la surface des bourgeons charnus, ainsi que dans les vaisseaux superficiels, on trouve des colonies microbiennes. Plus profondément, on voit également des parasites dans les vaisseaux du ligament. Réserves faites pour le léger degré d'altération qu'avait subie la pièce, nous considérons ce décollement comme étant de nature pathologique et très vraisemblablement comme une manifestation de la gingivite arthro-dentaire infectieuse dont cet animal avait été précédemment affecté (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre à Werny, accusé par les appareils magnétiques et électriques enregistreurs de l'observatoire de Pawlowsk.* Note de M. **H. Wild**, présentée par M. Mascart.

« Les courbes qui ont été enregistrées du 11 au 12 juillet 1889 à l'observatoire de Pawlowsk, par le magnétographe (système Kew), ainsi que par l'électrographe (système Mascart) et par mes enregistreurs des courants électriques de la terre, dans la direction nord-sud et est-ouest, montrent à minuit et demi, le 12 juillet, une interruption de la marche très calme de tous ces instruments, par des oscillations d'environ deux minutes et demie d'arc ($2^{mm},5$ sur le papier) et durant plus de dix minutes; ces oscillations se distinguent tout à fait, par leur caractère, des perturbations magnétiques ou des oscillations du potentiel de l'électricité de l'air. Ce n'est que dans les courbes des courants électriques de la terre, pour lesquelles les oscillations sont d'ordinaire aussi assez rapides, qu'on n'aurait peut-être pas distingué ces perturbations extraordinaires sans les indications des autres appareils.

» Toutes ces circonstances prouvent qu'on ne peut attribuer cette perturbation qu'à plusieurs chocs mécaniques de la Terre, se suivant à de courts intervalles de temps et se communiquant aux piliers des instruments. Le caractère des oscillations des aimants du magnétographe exclut, comme cela a déjà été dit, toute idée de les attribuer à une perturbation

(1) Travail du laboratoire d'Histologie du Collège de France et du laboratoire de la Clinique d'accouchements.

du magnétisme terrestre; une telle perturbation n'aurait d'ailleurs pas influencé l'aiguille non magnétique de l'électromètre. Ce n'est pas non plus à un effet de l'électricité de l'air qu'on pourrait attribuer la perturbation mentionnée, parce qu'un orage qui commençait environ à 8^h45^m du soir, le 11 juillet, finissait vers 11^h du soir, tandis que l'aiguille de l'électromètre atteignait à 11^h30^m du soir sa position normale et prenait ensuite une marche très calme; de plus, les plus forts orages, des coups de foudre tombés sur le terrain même de l'observatoire, n'ont jamais laissé la moindre trace sur les courbes du magnétographe ([1]).

» J'ai tenu à produire tous ces détails, pour bien prouver que ce n'est qu'à un faible tremblement de terre, imperceptible pour les hommes, que peut être attribuée la perturbation de nos instruments.

» Maintenant, nos journaux du 13 juillet contiennent des dépêches mentionnant des tremblements de terre assez forts dans l'Asie centrale. C'est une dépêche de Werny (au nord du lac Issik-Kul) qui en donne le plus de détails, en mentionnant que le tremblement de terre a commencé le 12 juillet à 3^h15^m du matin (temps local), qu'il a duré treize minutes sans interruption, et qu'il n'a pas été saccadé comme celui de 1887, mais plutôt ondulatoire. La différence de longitude entre Werny et Pawlowsk étant 3^h6^m, le tremblement de terre a donc commencé à Werny à 0^h9^m du matin, le 12 juillet, temps moyen de Pawlowsk. L'enregistrement de la secousse ressentie à Pawlowsk est le plus net sur la courbe de la balance de Lloyd et se compose de deux faibles déviations à 0^h32^m et 39^m, et d'une déviation intermédiaire beaucoup plus forte à 0^h35^m.

([1]) Il est de même impossible que ces perturbations aient pu être occasionnées par des personnes ou des chariots passant dans le voisinage des instruments. Mon aide, M. Leyst, qui quittait après minuit et demi le bâtiment principal de l'observatoire, où est placé l'électrographe, dans l'étage supérieur de la tour, pour se rendre à sa demeure, ne se souvient pas d'avoir entendu le moindre bruit, ou remarqué un tremblement quelconque. Personne ne se trouvait, hors lui, au bâtiment principal à cette heure avancée dans la nuit. De même, le pavillon souterrain où est placé le magnétographe, et qui se trouve à 150^m de distance du bâtiment principal, est toujours fermé à clef et inhabité, excepté au moment des observations directes, à 8^h du matin, 2^h et 10^h du soir. De l'extérieur, on ne peut s'approcher des instruments à moins de 10^m. Il eût fallu passer tout près du pavillon avec un aimant de plus de 2^{kg} ou des masses de fer de plus de 100^{kg}, pour produire les effets remarqués aux aimants des instruments; or, des routes qui longent le terrain de l'observatoire, la plus rapprochée de ce pavillon se trouve encore à une distance de 100^m, et jusqu'à présent nous n'avons jamais remarqué le moindre effet sur les instruments, par des chariots passant là.

» Si cet effet était dû, comme cela me paraît très probable, simplement au tremblement de terre de Werny, le premier mouvement à Werny aurait employé vingt-trois minutes pour parvenir jusqu'à Pawlowsk; comme la distance des deux points est de 4836^{km}, la vitesse de propagation de cette secousse dans le sol aurait été de 3500^{m} par seconde, c'est-à-dire sensiblement la même que celle du son dans les corps solides. Les nouvelles plus détaillées et plus sûres, que nous attendons de notre station météorologique à Werny, modifieront peut-être ces données; mais notre opinion, que les secousses ressenties par nos instruments doivent être attribuées à la propagation du tremblement de terre de Werny jusqu'à nous, semble encore appuyée par ce fait, que les mouvements ont eu chez nous la direction du sud-est au nord-ouest. C'est ce que montre la position du fléau de la balance de Lloyd, lequel possède à peu près cette orientation et n'aurait pas pu entrer en forte oscillation par des chocs ou oscillations du pilier dans un autre sens [1]. »

M. **Albert Gaudry** présente le second Volume du « Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun » et fait à ce sujet les remarques suivantes :

« L'année dernière, j'ai annoncé à l'Académie qu'une Société d'Histoire naturelle venait de se fonder à Autun, et, au nom de son président, M. Bernard Renault, j'ai présenté le premier Volume de ses publications. La Société a pris un développement rapide : elle a aujourd'hui trois cent trente-six membres titulaires; je remets à l'Académie le second Volume de son Bulletin, qui renferme de bons travaux accompagnés de planches; il débute par une Note de notre Confrère M. Naudin. Le succès de la Société d'Autun est d'autant plus intéressant que cette ville est loin d'être une des plus grandes de la France. Déjà, dans le département de Saône-et-

---

(1) Il y a un seul fait qui parle contre notre explication, savoir, que lors du tremblement de terre à Nice le 23 février 1887, comme je l'ai démontré le 26 avril 1887 par une Note insérée dans le *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, nos appareils magnétiques n'en ont pas donné la plus faible indication, quoique la distance ne soit que la moitié de celle de Werny, et que de même les grands tremblements de terre de Werny, en été et en automne de la même année 1887, n'ont pas produit le moindre effet sur nos instruments. Peut-être le caractère plus ondulatoire du tremblement actuel a-t-il produit des vagues plus étendues et plus fortes dans le sol.

Loire, il y a une Société d'Histoire naturelle, présidée par M. de Montessus, qui fait de belles publications. A Moulins, M. Ernest Olivier vient de créer la *Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France;* le Volume de 1888 a paru. Grâce surtout à M. Grand'Eury, Saint-Etienne maintient et augmente sa vieille réputation parmi les naturalistes, aussi bien que parmi les mineurs. Dans ces dernières années, M. Fayol a fait à Commentry d'étonnantes découvertes qui sont en ce moment l'objet d'un important Ouvrage. Le Muséum d'Histoire naturelle de Lyon, dirigé par MM. Lortet et Chantre, publie de magnifiques in-folios accompagnés de nombreuses planches. Ce développement de l'Histoire naturelle dans le centre de la France est un honneur pour la Science française; il me semble digne d'être signalé à l'attention de l'Académie. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juillet 1889.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an 1891, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Leçons synthétiques de Mécanique générale servant d'Introduction au Cours de Mécanique physique de la Faculté des Sciences de Paris; par M. J. Boussinesq. Publiées par les soins de MM. Legay et Vigneron. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

Exercices de Physique et applications préparatoires à la Licence; par

(1) Je ne parle ici que des études dues à l'initiative des savants de nos départements; il faut y ajouter celles des savants de Paris, notamment de notre Confrère M. Fouqué qui explore si habilement le Plateau central.

M. Aimé Witz. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Henri Becquerel.)

Cours de Minéralogie; par A. de Lapparent. Paris, F. Savy, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Travaux du laboratoire de Physiologie de la Sorbonne; par MM. Dastre, Loye et S. Pampoukis. (Extraits des *Archives de Physiologie.*) Paris, G. Masson; br. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun; deuxième Bulletin. Autun, Dejussieu père et fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

Le Congo français, du Gabon à Brazzaville; par Léon Guiral. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1889; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Blanchard.)

Publication pour le Centenaire de 1789. — *Lettres de Cambon et autres envoyés de la ville de Montpellier, de* 1789 *à* 1792, *publiées par* E. Daniel Grand et L. de la Pijardière. Montpellier, Serre et Ricome, 1889; br. in-8°.

The scientific Proceedings of the royal Dublin Society, november and august 1888, 2 br. in-8°; february 1889, br. in-8°; march 1889, 3 vol. in-4°; may 1889, br. in-8°.